

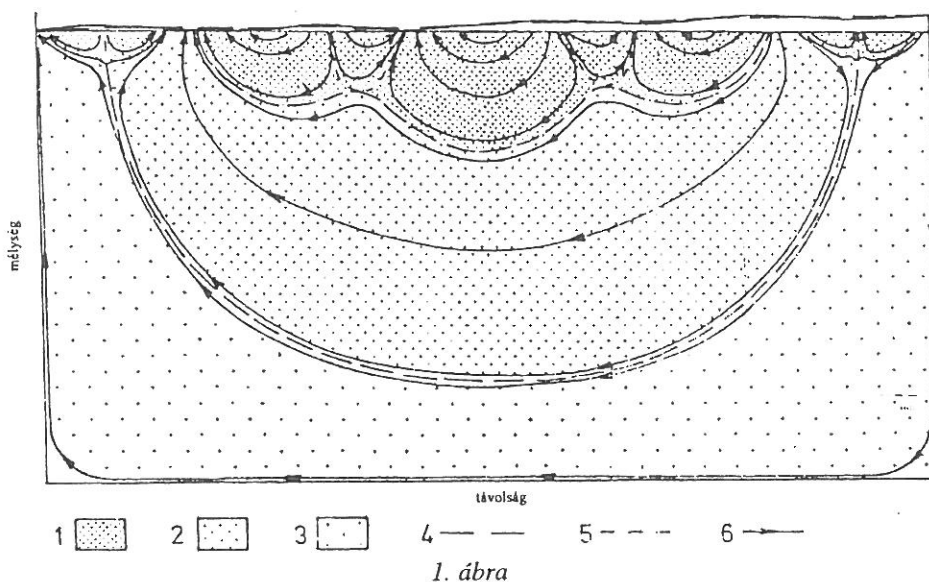
A szikesedés és a víz kapcsolata a Duna–Tisza közén

MOLNÁR BÉLA

József Attila Tudományegyetem Földtani és Őslénytani Tanszék, Szeged

A medencék elméleti folyási rendszereit TÓTH (1963, 1971) dolgozta ki. Megállapította, hogy a medencékben három folyási rendszer van. A legnagyobb a regionális, amely időben hosszan tartó és a teljes medencére kiterjed (1. ábra). Az átmeneti, amely rövidebb idejű. E kettő „szubhorizontális” határokkal különíthető el. A harmadik a helyi folyási rendszer, amely tulajdonképpen a talajvíz szivárgási folyamatát jelenti, és erősen függ a felszíni morfológiától is. Ez „szubvertikális” határokkal határolható le.

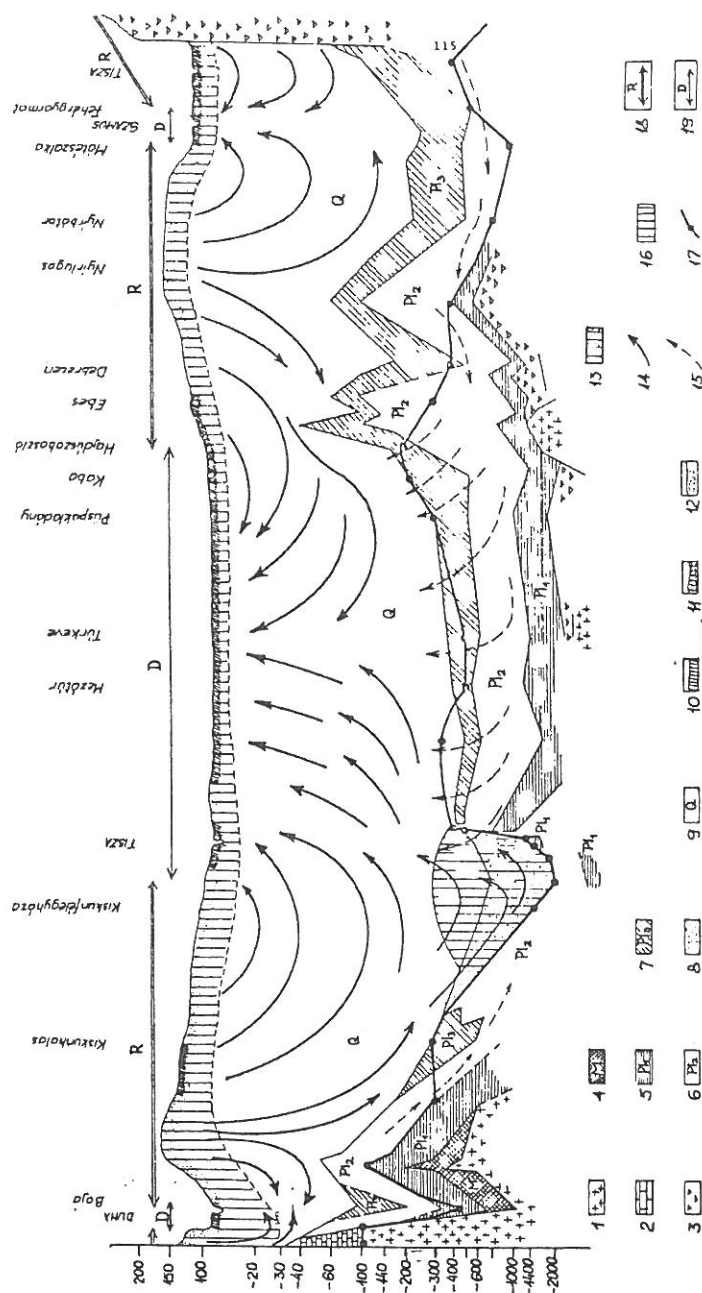
ERDÉLYI (1972) a Nagyalföld folyási rendszereit, vagyis a beszivárgási (le szálló) és felemelkedő vízmozgás területeit is meghatározta (2. ábra).



1. ábra

A medencék elméleti folyási rendszerei (Tóth, 1971). 1. A vízfolyások helyi rendszereinek területe. 2. A vízfolyások átmeneti (közbülső) rendszereinek területe. 3. A vízfolyások regionális rendszereinek területe. 4. A különböző folyási rendszerek közötti határok. 5. A hasonló folyási rendszerek közötti határok. 6. Folyási irányok

* A Magyar Talajtani Társaság és a Magyarhoni Földtani Társulat Műnőkeológiai Szakosztálya által szervezett „A szikesedés aktuális problémái” című előadóülésen (MAFI, Budapest, 1997. december 8.) elhangzott előadás anyaga



2. ábra

Az Alföld vízáramlási diagramja (ERDÉLYI, 1972).

Litológia: 1. Kristályos alaphegység. 2. Mezőzooz mészkő. 3. Miocén üledék. 4. Miocén üledék. 5. Alsó-pannóniai (vízzáró-gyengén átérhető). 6. Felső-pannóniai (vízzáró-gyengén átérhető). 7. Felső-pannóniai (vízzáró-gyengén átérhető). 8. Felső-pannóniai (vízzáró-gyengén átérhető). 9. Negyedkor általában. **Felszíni képződmények:** 10. Vízzáró-gyengén átérhető. 11. Mérsékelt átérhető. 12. Kínódon átérhető. **Aramlási rendszer részei:** 13. Helyi. 14. Közt. 15. Regionális. 16. Közt. és regionális. 17. Édesvíz és sósvíz határfelülete. 18. Utánpótlódás területe. 19. Megcsapolás területe.

A továbbiakban vizsgáljuk a szikesedés és a víz kapcsolatát a fent bemutatott tényeket figyelembe véve.

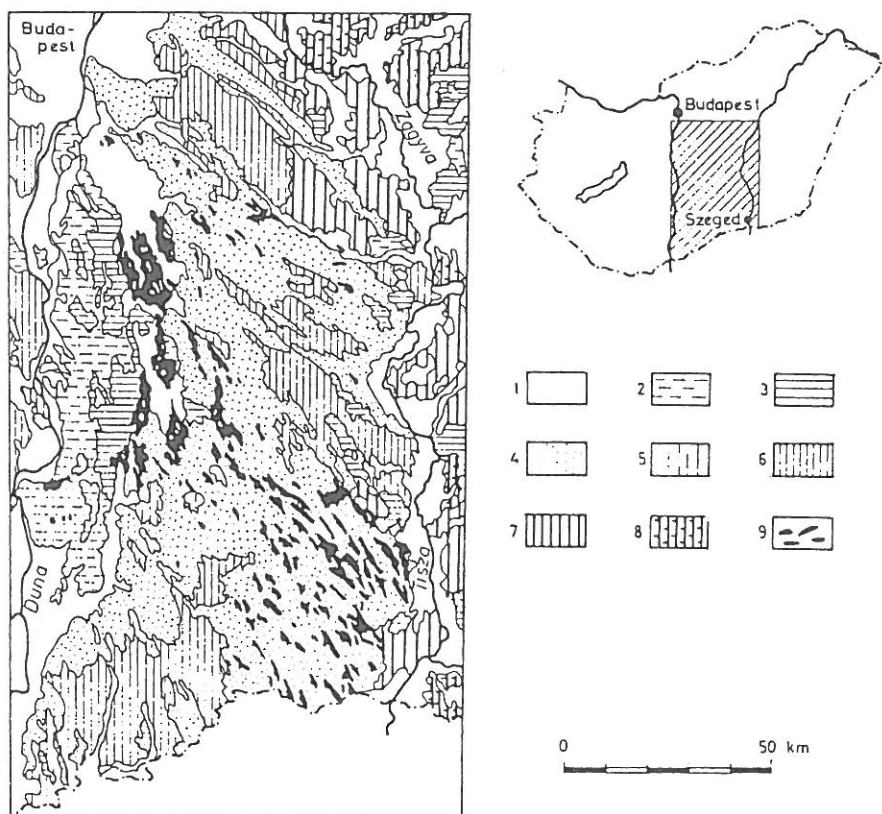


A talajvíz összes oldott sótartalma Kecskemét környékén mg/l-ben (KUTI, 1981)

A talajvizek sótartalma

Már RÓNAI (1956) kimutatta, hogy a Nagyalföldön és azon belül a Duna–Tisza közén a talajvíz átlagos összes sótartalma 500–1000 mg/l között van. KUTI (1981) földtani térképezése során vett talajvízminták kémiai vizsgálata alapján – 1:100 000 léptékű térképen – a talajvíz összes sótartalmának térbeli elterjedését rajzolta ki (3. ábra). A Duna–Tisza közti hátsági felvételeken jól látható – így a 3. ábrán Kecskemét környékén is –, hogy a nagyobb összesótartalmú vizek elterjedése ÉNy-DK-i irányú foltokban jelenik meg.

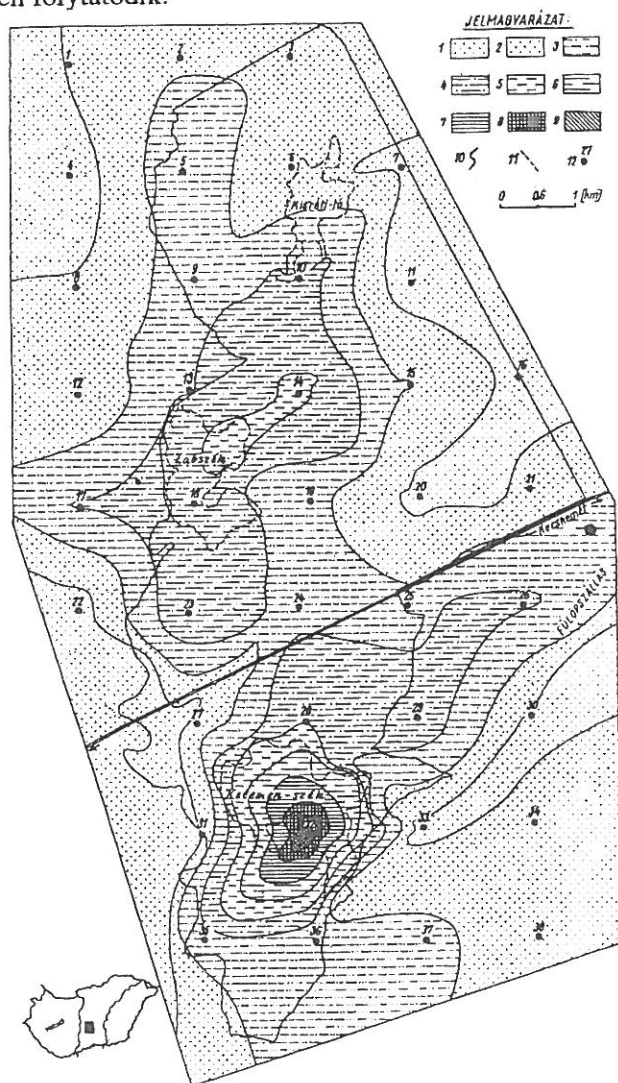
Ha ezeket az adatokat a Duna–Tisza köze földtani térképével és a terület morfológiájával összevetjük, az összefüggés egyértelmű (4. ábra). Hasonló szoros összefüggést állapított meg VÁRALLYAY (1967, 1968) is. A Duna–Tisza kö-



4. ábra

A Duna–Tisza köze földtani térképe és a semlyékek (mai és egykori tavi üledék-képződési környezetek) elterjedése. A térkép Magyarország 1:300 000-es méretarányú földtani térképe alapján készült (BALOGH et al., 1956). 1. Alluvium. 2. Nagy karbonát-tartalmú dunavölgyi ártéri üledék. 3. Szikes agyag és homok. 4. Futóhomok. 5. Löss. 6. Típusos lösz. 7. Alluviális lösz. 8. Agyagos lösz. 9. Karbonátot tartalmazó semlyék

ze földtani térképén is általános a képződmények ÉNy-DK-i irányú sávos elterjedése. A homokbuckák ilyen irányú elrendeződése az uralkodó széljárásnak köszönhető. A Hátságon a felszínen a karbonátos futóhomok és a karbonát mellett még lösz található. A mélység felé a futóhomok és a lösz váltakozó településben szintén folytatódik.



5. ábra

A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén és környékén mélyített fúrások talajvizeinek összes oldottanyag-tartalma 1974 őszén (MOLNÁR & KUTI, 1978).

1. < 1000; 2. 1000–2000; 3. 2000–3000; 4. 3000–4000; 5. 4000–5000; 6. 5000–6000; 7. 6000–7000; 8. 7000–8000; 9. 8000 < mg/l. 10. A KNP határa. 11. A szikes tavak határa. 12. A földtani fúrások, illetve a talajvíz-mintavételi helyek

Az utóbbi két évtizedben történt talajvízszint-süllyedés előtt Magyarország 1:500 000-es topográfiai munkatérképe a Duna–Tisza közén még 100–150 kisebb-nagyobb tavat tüntet fel. Ezeken kívül nagyon sok bucka közötti mélyedést csak rövid néhány hónapig borította víz. A tavakban a víz mélysége alig néhány dm mélységű volt. Nyár végén a legtöbbjük ki is száradt.

A tavak körül a talajvizek összes sótartalma a területre jellemző átlagos értékénél is nagyobb volt. FÉNYES és KUTI (1985) (in MOLNÁR (1995)) Bugac környékén és azon belül is a Kerekszék-tónál 10 ezer mg/l értéket mért. MOLNÁR és KUTI (1978) a Dunavölgyben a KNP III. sz. területén szintén igen nagy összes-sótartalmú vizeket talált. A Kelemenszék környékén pl. 6–8 ezer mg/l volt a talajvíz sótartalma (5. ábra).

Több mélyedésnél a mért talajvízszintet tengerszintre számítottuk át. Ily módon látható volt, hogy a talajvízszint a domborzatot enyhén követve a helyi mélyedések felé szivárog (6. ábra).

A szivárgó és nyomás alatt lévő víz jelenlétét igazolja, hogy a fúrások mélyítése után több helyen a talajvíz nyugalmi szintje is a felszín fölé emelkedett. Ezt észleltük pl. a pusztaszeri Búdösszéknél (régi nevén Dongér-tónál (MOLNÁR et al., 1972), vagy a Tiszántúlon a kardoskúti Fehér-tónál (MOLNÁR & MUCSI, 1966). Ugyancsak a felemelkedő vizet bizonyítja az, hogy a nyár végén kiszáradó tavaknál a nyomás alatt lévő vizeknél a tófenék nedvesebb, itt növényi „szigetek” jönnek létre, mert a nedvesebb talaj a vizet a növényeknek ilyenkor is biztosítja. A felemelkedő víz oka a földtani felépítés, vagyis a vízáteresztő rétegek és a hidrosztatikus nyomás. TÓTH (1971) kimutatta, hogy a beszivárgó vizek sótartalma kisebb, mint a felemelkedő vizeké. Az áramlásakor az utóbbiak ui. a képződményekből további elemeket oldanak ki.

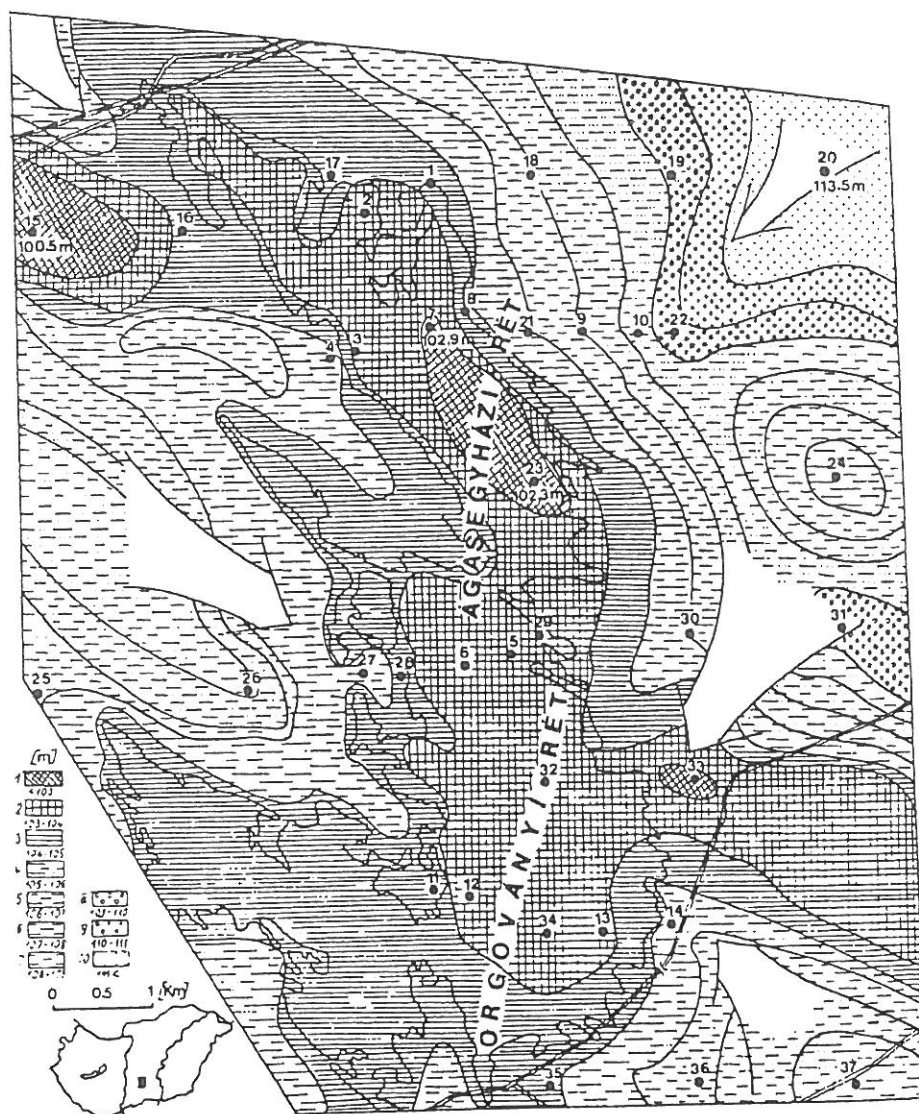
A felemelkedő víz, valamint a helyi mélyedés felé szivárgó és kapillárisan felemelkedő talajvíz nagy sótartalmát az evaporáció még tovább növeli.

Kérdés a továbbiakban, hogy az összes sótartalmon belül milyen uralkodó kationok és anionok vannak. A KNP III. sz. területén mélyített fúrások talajvizében a kationok közül a Na(+K), az anionok közül pedig a hidrogén-karbonát (HCO_3) dominált (MOLNÁR & KUTI, 1978). A Duna–Tisza közén azonban előfordult olyan eset is, amikor a Mg, esetleg a Ca jóval több volt, mint a Na. Ez a dunai homok, vagy a Dunavölgyből kifújt futóhomok 10 % körüli kalcium-karbonát-tartalmával függ össze.

A tavak vizének összes oldott sótartalma

A helyi mélyedések, és így a tavak felé is már láthatóan nagy sókoncentrációjú talajvíz szivárog, majd a tóvíz nyári intenzív evaporációja miatt a sótartalom még tovább nő.

Az evaporációt a tóvízből kiváló Ca- és Mg-karbonát stabil $\delta^{18}\text{O}$ értéke is bizonyítja (MOLNÁR & BOTZ, 1996). A karbonát bázisát adó lösz, vagy a futóhomok $\delta^{18}\text{O}$ értéke ui. lényegesen negatívabb. A tóvízből kivált karbonátsó



6. ábra

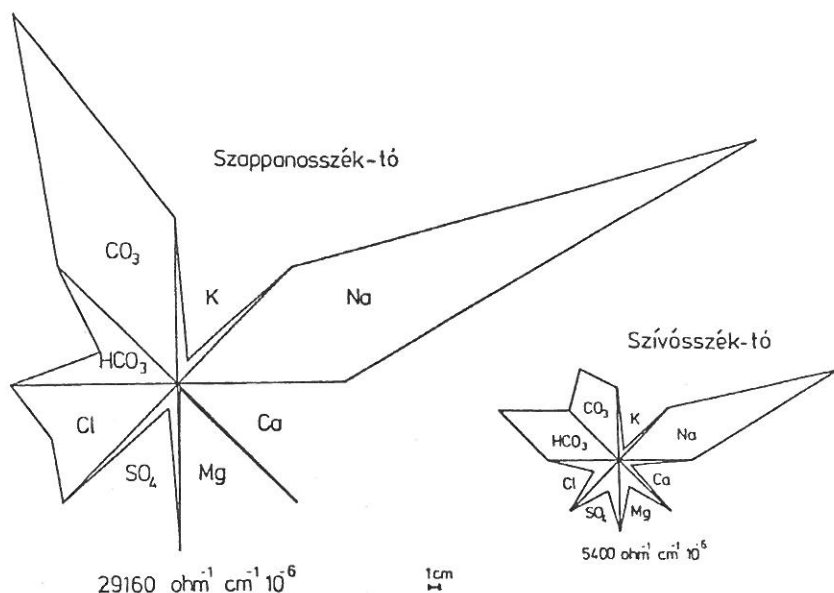
Az Ágasegyháza és az Orgovány környéki talajvizek tengerszint feletti magassága az 1978. év őszi időszakban (MOLNÁR & KUTI, 1983)

nagy Mg-tartalmú kalcit, amely koradiagenetikus úton dolomttá alakult át (MOLNÁR, 1980).

SZÉPFALUSI (1976, 1977) a fülöpházi szikes tavaknál 70 ezer mg/l só-tartalmat is mért, ugyanitt MOLNÁR és MURVAI (1976) 1972 júliusában 15 ezer

mg/l értéket talált. Az összes-sótartalmon belül a nem tőzeges tavaknál, a talajvízhez hasonlóan, a kationok közül a Na uralkodik (7. ábra).

A tőzeges tavaknál valamivel kisebb az összes-sótartalom és a Na mennyisége, kevésbé lúgosak a tóvizek.



7. ábra

A fülöpházi Szappanosszék- és Szívósszék-tó Maucha-féle sóösszetétel-diagramja
SZÉPFALUSI (1976, 1977) nyomán

A talajvíz, a tóvíz és a szikesedés összefüggése

A tó kiszáradása után a sók visszamaradnak és a talajba mosódva növelik annak sótartalmát.

A mélyebb 0,8–1,0 m mélységű tavak korábban nyár végére sem száradtak ki. Ezenél a környék talajvízszintjének süllyedésekor a tóból víz szivárgott a talajba. A nagy sókoncentrációjú tóvíz ilyenkor nyilván megnövelte a tavak környéki talajvíz sótartalmát és ez elősegítette a szikesedést.

Kérdés a továbbiakban, hogy számos Duna–Tisza közti semlyék ma miért nem szikes, sőt esetenként 20–40 cm vastagságú, erősen humuszos talaj borítja azokat. Ezek olyan területek, ahol az utóbbi évtizedben tapasztalható talajvíz-szint-süllyedés előtt sem volt már tavi vízborítás, sőt a csapadék a sókat időközben ki is mosta és tovaszállította innen.

Ma, amikor a Duna–Tisza közén a tavi vízborítás majdnem teljesen megszűnt, ez a folyamat szinte általánossá vált. Ahol az egykori tavak, illetve semlyékek ráadásul még természetes, vagy mesterséges lefolyással is rendelkeznek, ez a folyamat még fokozottabb.

A Duna–Tisza közén a szikesedés korára felvilágosítást ad az, hogy a tavi karbonát bázisát a würm végi lösz (pl. a Kunféhér-tó, a bugaci Feketeszék, és a Szappanosszék), vagy a löszre fújt holocén futóhomok (pl. a bugaci Ródliszék, az Agasegyházi- és Orgoványi rét) adja. Az előzőeknél a teljes holocénben, az utóbbiaknál csak a holocén második felében folyt a szikesedés. A kivált karbonátszelvények közepén a kalcittal szemben a dolomit 100 %-ban fordul elő. A dolomit pedig a legnagyobb evaporáció idején a legnagyobb sótartalmú vízből válik ki, így ez a szakasz képviseli a legszárazabb időszakot. A Duna–Tisza közén is ekkor lehetett a szikesedés a legintenzívebb (MOLNÁR & BOTZ, 1996).

Összefoglalás

TÓTH (1971) a medencék folyási rendszereinek elméletét kidolgozta, majd ERDÉLYI (1972) a Nagyalföldre konkrétan megállapította azokat. A helyi folyási rendszereket, azok leszálló és felemelkedő ágait értékelve összefüggést találtunk a felemelkedő ág nagyobb sótartalma és a szikesedés között. Megállapítottuk a helyi mélyedések körüli nagyobb sótartalmú talajvizek jelenlétét, amely a kapillárisan is magasabbra felemelkedő talajvíz evaporációjának köszönhető. Ez a sós talajvíz a helyi mélyedések felé szívárog, ahol korábban, különösen a Duna–Tisza közén, sekély tavakat hozott létre. A tóvíz további evaporációja a már amúgy is nagy sótartalmat tovább fokozta. A víz elpárolgása után sziksókivirágzás jelent meg. A relatíve mélyebb vízü tavaknál a talajvízszint süllyedésekor a tóvíz egy része a jó vízvezető rétegekbe vissza is szívárgott. Az így lejátszódó folyamatok a Duna–Tisza közén az egész holocénben elősegítették a szikesedést. Ahol a helyi mélyedések felszíne a talajvízszint süllyedése miatt mentesült a talajvíz hatása alól, ott megindult a sók kimosódása. A Duna–Tisza közti talajvízszint általános süllyedése miatt ma ez a folyamat uralkodó.

A téma kidolgozását az OTKA T 014895 sz. pályázat támogatása tette lehetővé.

Irodalom

- BALOGH K. et al., 1956. Magyarország 1:300 ezres földtani térképe. MÁFI. Budapest.
- ERDÉLYI M., 1972. A mélységi víz hidrogeológiája. In: A felszín alatti vizek hidrologiája és hidrogeológiája. Nemzetközi Hidrológiai Továbbképző Tanfolyam Kézikönyve. (Szerk.: ZRINYI J.) 83–150. VITUKI. Budapest.
- KUTI L., 1981. Az Alföld Földtani Atlasza. MÁFI. Budapest.
- MOLNÁR B., 1980. Hiperszalin tavi dolomitképződés a Duna–Tisza közén. Földt. Közl. 110. (1) 43–67.
- MOLNÁR B., 1995. A Duna–Tisza közti hátsági szikes tavak keletkezése, fejlődése, mai állapota és jövője. A Magyar Hidrológiai Társaság XIII. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. I. 163–174. Baja.

- MOLNÁR, B. & BOTZ, R., 1996. Geochemistry and stable isotope ratio of modern carbonates in natron lakes of the Danube–Tisza Interfluve, Hungary. *Acta Geologica Hungarica*. 39. (2) 153–174.
- MOLNÁR B. & KUTI L., 1978. A Kiskunsági Nemzeti Park III. sz. területén található Kistréti-, Zabszék- és Kelemenszék-tavak környékének talajvízföldtani viszonyai. *Hidrol. Közl.* 58. (8) 347–355.
- MOLNÁR B. & KUTI L., 1983. Az ágasegyházi és orgoványi tavak kialakulása és limnogeológiai fejlődése. *Hidrol. Közl.* 63. (5) 225–238.
- MOLNÁR B. & MUCSI M., 1966. A kardoskúti Fehértó vízföldtani viszonyai. *Hidrol. Közl.* 46. (9) 413–420.
- MOLNÁR B. & MURVAI I., 1976. A Kiskunsági Nemzeti Park fülöpházi szikes tavainak kialakulása és földtani története. *Hidrol. Közl.* 56. (2) 67–77.
- MOLNÁR, B., MAGYAR, I. & MUCSI M., 1972. Latest quaternary history of the Southern stretch of Tisza Valley. *Móra F. Múzeum Évkönyve*. 1971. 5–13. Szeged.
- RÓNAI A., 1956. A magyar medencék talajvize, az országos talajvíz-térképező munka eredményei. *Földtani Intézet Évkönyve*. 46/1. 245. Budapest.
- SZÉPFALUSI J., 1976. A szikes tavak tipizálása kémiai vizsgálatok alapján. A Magyar Hidrológiai Társaság Szegedi Területi Szervezete 1976. évi nov. 16-i ülésén előadott anyag kézírata.
- SZÉPFALUSI J., 1977. Vízkémiai vizsgálatok a KNP III. sz. területe szikes tavain Kézirat. Jelentés a Szegedi Akadémiai Bizottsághoz. Szeged.
- TÓTH, J., 1963. A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. *Journal of Geophysical Research*. 68. 4795–4812.
- Tóth, J., 1971. Groundwater discharge: A common generation of diverse geologic and morphologic phenomena. *Bulletin of the International of Scientific Hydrology*. XVI. (1) 3/1971. 7–24. Edmonton, Alberta, Canada.
- VÁRALLYAY GY., 1967. Sómérleg, sógyensúly és sóakkumulációs folyamatok a Duna–Tisza közti talajokban. *Doktori disszertáció tézisei*.
- VÁRALLYAY GY., 1968. A Dunavölgyi talajok sófelhalmozódási folyamatai. *Agrokémia és Talajtan*. 16. 327–356.

Érkezett: 1998. december 11.

Relationship Between Salinization and Water in the Region Between the Danube and the Tisza

B. MOLNÁR

Department of Geology and Palaeontology, József Attila University,
Szeged (Hungary)

Summary

The theory of flow systems in basins was elaborated by TÓTH (1971) and the presence of such systems on the Great Hungarian Plain was confirmed by ERDÉLYI (1972).

When evaluating local flow systems and their descending and ascending branches, a correlation was found between a higher salt content in the ascending branch and salinization. Groundwater with a higher salt content was found to be present in local hollows, which can be attributed to the evaporation of groundwater, which also rises higher in a capillary manner. This saline groundwater seeps into local hollows where it previously resulted in the formation of shallow lakes, especially in the region between the Danube and the Tisza. The further evaporation of the water from these lakes increased the already high salt content. After the evaporation of the water sodium carbonate was precipitated. In lakes with relatively deep water, some of the water seeped back into layers with good water permeability when the groundwater level subsided. Processes of this type promoted salinization in the region between the Danube and the Tisza throughout the Holocene Period. In places where the surface of the local hollows became free of the effect of the groundwater due to the subsiding of the groundwater level, the leaching of the salts began. Nowadays, due to the general lowering of the groundwater level in this region, this process is dominant.

Fig. 1. Theoretical flow systems of basins (TÓTH, 1971). 1. Areas belonging to the local systems of water courses. 2. Areas belonging to the transitional (intermediate) systems of the water courses. 3. Areas belonging to the regional systems of water courses. 4. Boundaries between various flow systems. 5. Boundaries between similar flow systems. 6. Flow directions.

Fig. 2. Water flow diagram of the Great Hungarian Plain (ERDÉLYI, 1972). *Lithology:* 1. Crystalline substratum. 2. Mesozoic limestone. 3. Miocene vulcanite. 4. Miocene sediment. 5. Lower Pannonian (impermeable – slightly permeable). 6. Upper Pannonian (permeable – slightly permeable). 7. Upper Pliocene (impermeable – slightly permeable). 8. Upper Pliocene (extremely permeable). 9. General Quaternary. *Surface formations:* 10. Impermeable – slightly permeable. 11. Moderately permeable. 12. Extremely permeable. *Components of the flow system:* 13. Local. 14. Intermediate. 15. Regional. 16. Intermediate and regional. 17. Boundary between fresh and salt water. 18. Replenishment area. 19. Drainage area.

Fig. 3. Total dissolved salt content of the groundwater in the neighbourhood of Kecskemét in mg/l (KUTI, 1981).

Fig. 4. Geological map of the region between the Danube and the Tisza and the extent of marshland (old and new sediment-forming environments). The map was prepared based on a 1:300 000-scale geological map of Hungary (BALOGH et al. 1956). 1. Alluvium. 2. Danube Valley alluvial sediment with a high carbonate content. 3. Salt affected clay and sand. 4. Wind-blown sand. 5. Loess. 6. Typic loess. 7. Alluvial loess. 8. Clayey loess. 9. Marshland containing carbonate.

Fig. 5. Total dissolved matter content of the groundwater in boreholes sunk on and around Territory No. 3 of the Kiskunság National Park in autumn 1974 (MOLNÁR & KUTI, 1978). 1. < 1000. 2. 1000–2000. 3. 2000–3000. 4. 3000–4000. 5. 4000–5000. 6. 5000–6000. 7. 6000–7000. 8. 7000–8000. 9. > 8000 mg/l. 10. Boundary of the Kiskunság National Park. 11. Boundaries of the saline lakes. 12. Geological boreholes and groundwater sampling sites.

Fig. 6. Height of the groundwater above sea level in the neighbourhood of Ágasegyháza and Orgovány in autumn 1978 (MOLNÁR & KUTI, 1983).

Fig. 7. Maucha's salt composition diagram of Lakes Szappanosszék and Szívósszék as given by SZÉPFALUSI (1966–1967).